

**DAS KLEINE HERZDREIECK
NACH NEHB BEI HERZFEHLERN**

von
Rolf Dieter Filler
aus
Würzburg

1969 № 296

Aus der Chirurgischen Klinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

DAS KLEINE HERZDREIECK NACH NEHB BEI HERZFEHLERN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Rolf Dieter Filler

aus

Würzburg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. A. Kröncke
Referent: Priv.-Doz. Dr. R. Leutschaft
Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 1969

Herrn Prof. Dr. med. G. Hegemann
danke ich für die freundliche
Überlassung des Themas,

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. R. Leutschaff
für die wertvollen Anregungen
im Rahmen dieser Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A) Einleitung	1
B) Methodik	2
C) Ergebnisse	3
I Vorhofveränderungen	3
II Aortenfehler	6
III Aortenisthmusstenose	9
IV Ductus Botalli	12
V Pulmonalstenose	14
VI Fallot-Anomalien	17
VII Vorhofseptumdefekt	20
VIII Ventrikelseptumdefekt	23
IX Beispiele	26
D) Besprechung der Ergebnisse	29
E) Zusammenfassung	37
F) Schrifttum	38

A) EINLEITUNG

Die von NEHB eingeführten bipolaren Brustwandableitungen dienten vor allem der verfeinerten Diagnostik des Herzinfarktes und des diffusen Myocardschadens (9, 10). Hinsichtlich dieser Herzschiiden anerkannten später auch andere Autoren die Brauchbarkeit der plenothorakalen Brustwandableitungen (1, 2, 7, 13, 14). Es wurde vorgeschlagen, bei Veränderungen des Kammerkomplexes die präkordialen Ableitungen, bei Veränderungen von ST und T das Nehb'sche Dreieck anzuwenden (2). Für die Diagnostik der Herzhypertrophieformen konnte dem Nehb'schen Dreieck keine besondere Aussagekraft zugesprochen werden (4, 5, 6). Alle bisher gemachten Aussagen bezogen sich meist nur auf Formänderungen des Endteils, obwohl die Nehb'schen Ableitungen wegen ihrer Dreieckslage um das Herz in mancher Hinsicht ein sehr umfassendes Bild geben können (11). Deshalb erscheint es berechtigt den R- und S-Amplitudenveränderungen mehr Beachtung zu schenken.

Es soll nun geprüft werden, inwieweit die EKG-Veränderungen bei Herzfehlern, die vor allem die Hypertrophieformen betreffen, im Nehb'schen Dreieck zur Darstellung kommen und ob mit dessen Hilfe zusätzliche Aussagen möglich sind.

B) METHODIK

Folgende EKG-Ableitungen wurden praeoperativ registriert und ausgewertet:

Standardextremitätenableitungen I - III, unipolare Extremitätenableitungen nach Goldberger aVR, aVL, aVF, die Wilson - Brustwandableitungen $V_1 - 6$ und, sofern erforderlich, die Zusatzableitungen $V_{3r, 4r}$ usw. und $V_{7, 8}$. Jedesmal wurde außerdem das Nehb'sche Dreieck mitgeschrieben. Alle Ableitungen wurden mit 100 mm und 50 mm Papiergeschwindigkeit pro sec. aufgezeichnet.

Die R-, S- und T-Zackenamplituden der D-, A-, J-Ableitungen wurden in Millimeter ausgemessen (Eichung 10 mm = 1 mV) und der Relationsquotient $R/R+S$ jeder Ableitung in Prozent errechnet. Die sich ergebenden Werte wurden graphisch dargestellt. Bei Splitterungen der R- bzw. S-Zacken ergab die höchste Amplitude den auszumessenden Wert. Die so aus der Herzstromkurve erhaltenen Relationskurven wurden bei jeder Herzfehlergruppe in für Hypertrophieformen charakteristische Gruppen eingeteilt.

Entsprechend den von J. SCHMIDT (12) beschriebenen EKG-Veränderungen bei Herzfehlern, wurden die EKG-Befunde der Einthoven-, Goldberger- und Wilson-Ableitungen mit dem Nehb'schen Dreieck anhand der jeweiligen Gruppe verglichen. Gesondert wurden Formänderungen der P-Zacke untersucht.

Folgende Abkürzungen finden im Text Verwendung:

ND = Nehb'sches Dreieck

Abl. 1 - 3 = Standardextremitätenableitungen I - III

Abl. 4 - 6 = unipolare Extremitätenableitungen nach
Goldberger

Abl. 7 -12 = Brustwandableitungen nach Wilson

C) ERGEBNISSE

Insgesamt wurden die praeoperativen Elektrokardiogramme von 335 Patienten mit Herzfehlern der Beurteilung unterzogen. Der Diagnose des betreffenden Herzfehlers lag der intraoperative Befund zugrunde.

Tabelle 1

Einteilung, Fallzahl und Positionstypen der einzelnen Herzfehler.

Herzfehler	Fallzahl	Mittel- typ	Links- typ	Steil- und Rechtstyp
Aortenklappenfehler	20	8	9	3
Aortenisthmusstenose	28	8	11	9
Ductus Botalli	110	38	14	58
Pulmonalstenose	29	2	1	26
Fallot-Anomalien	21	1	2	18
Vorhofseptumdefekt	99	9	20	70
Ventrikelseptumdefekt	28	8	12	8

I Vorhofveränderungen

Eine normale Vorhofzacke wird im ND und in den Abl. 1 - 12 in gleicher Anzahl erkannt (Aortenfehler 6 mal, Aortenisthmusstenose 7 mal, Ductus Botalli 47 mal, Vorhofseptumdefekt 18 mal, Pulmonalstenose 6 mal, Fallot-Anomalien 4 mal, Ventrikelseptumdefekt 7 mal).

Formänderungen der P-Zacke sind im ND besonders gut zu beurteilen (Abb. 1). Als wertvoll erweisen sich vor allem die anteriore und inferiore Ableitung.

Vorhofveränderungen im Sinne eines P-sinistrokardiale stellen sich bei den einzelnen Herzfehlern mit der annähernd gleichen Häufigkeit (70 %) im ND deutlicher dar.

In rund 83 % der Fälle eines P-dextrokardiale, sowie in rund 93 % der Fälle eines P-kardiale kann die Diagnose mit Hilfe des ND eindeutiger gestellt werden.

In 7,95 % der Fälle (19 von 239 Fällen) ist es nur mit dem ND möglich Vorhofveränderungen zu erkennen.

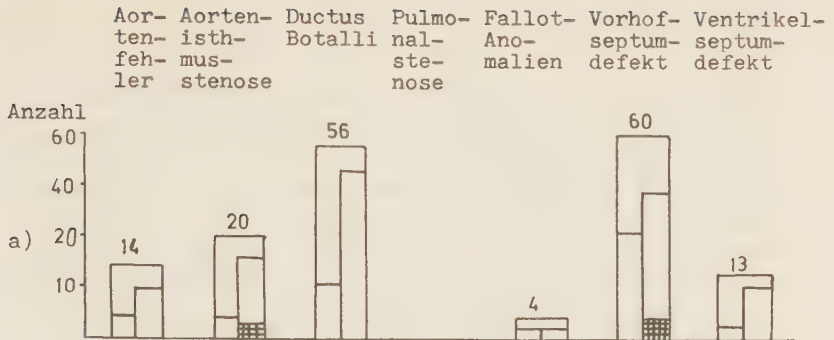


Abb. 1:

Die Beurteilung der P-Zackenveränderungen aus dem ND und den
Abl. 1 - 12: a) P-sinistrokardiale, b) P-dextrokardiale,
c) P-kardiale.



P-Zacke im ND besonders gut zu beurteilen



P-Zacke im ND allein zu erkennen

II AORTENFEHLER

Das Untersuchungsgut umfaßt 13 EKG von Patienten mit Aorteninsuffizienz, 4 EKG von Aortenstenosenträgern und 3 EKG mit kombinierten Aortenfehlern.

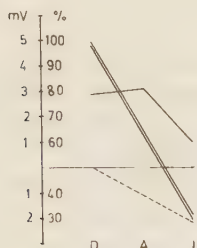
Anhand des ND lassen sich alle Aortenfehler in 2 charakteristische Gruppen einteilen (Abb. 2).

Die Diagnose einer Linkshypertrophie aus Abl. 1 - 12 wird in 60 % der Fälle bestätigt (Gruppe 1). Diese EKG weisen sehr hohe R_D -Zacken (2,92 mV) und sehr tiefe S_J -Zacken (2,19 mV) auf; der Relationsquotient $R/R+S$ fällt von 100 % in D auf 32,3 % in J ab.

In 40 % der Fälle zeigt sich noch eine zusätzliche Rechtshypertrophie (Gruppe 2). Dabei wird S_J deutlich weniger tief und R_J besonders hoch. Der Relationsquotient steigt in J auf 78,2 % an.

Von 8 Fällen mit bekanntem Herzgewicht bieten 2 Fälle der Gruppe 2 das höchste Gewicht sowohl des ganzen Herzens als auch der linken Kammer.

Gruppe 1: 12 Fälle = 60 %. Ausgeprägte Linkshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 2,92 \quad S_D = 0,00$$

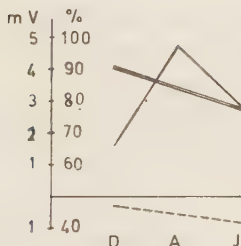
$$R_A = 3,26$$

$$R_J = 1,00 \quad S_J = 2,19$$

$$R/R+S \text{ in D} = 100 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 32,3 \%$$

Gruppe 2: 8 Fälle = 40 %. Tendenz zur Doppelhypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 2,55 \quad S_D = 0,26$$

$$R_A = 4,76$$

$$R_J = 2,96 \quad S_J = 0,83$$

$$R/R+S \text{ in D} = 90,8 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 78,2 \%$$

Abb. 2:

Durchschnittliche Relationkurvenverläufe der Gruppen 1 und 2 von 20 Aortenfehlern.

Die durchgezogene Linie verbindet die Gipfelpunkte der R_D -, R_A -, R_J -Zacken, die unterbrochene Linie die der S_D - und S_J -Zacken. Die doppeltgezeichnete Linie ist die Relationskurve für $R/R+S$ in Abl. D und J.

Tabelle 2:

Verteilung der Gruppen 1 und 2 auf die EKG-Veränderungen, die sich aus Abl. 1 - 12 ergeben in absoluten Zahlen und Prozentwerten bei 20 Aortenfehlern.

Diagnose aus Abl. 1 - 12	Fall- zahl	Aortenfehler			Gruppe des ND		
		Aorten- insuff.	Aorten- stenose	komb. Fehler	1	2	
ausgeprägte Linkshyper- trophie	14	9	3	2	5 35,7	9 64,3	N %
mäßige Linkshyper- trophie	6	4	1	1	3 50,0	3 50,0	N %

Tabelle 3:

EKG-Diagnosen aus Abl. 1 - 12 und den Gruppen 1 und 2 des ND bei 8 Fällen von Aortenfehlern mit bekanntem Herzgewicht.

Herzgewichte in g				EKG-Diagnose aus	
ges. Herz	rechte Kammer	linke Kammer	Septum	Abl. 1 - 12	Gruppe des ND
860,5	78,0	375,2	166,1	ausgeprägte	1
835,3	71,6	336,8	136,4	Linkshypertrophie	1
824,8	53,0	320,2	158,8	"	2
712,0	85,0	258,9	121,3	"	2
705,0	87,7	315,2	161,7	"	2
301,3	31,6	120,0	79,0	"	2
819,5	55,1	332,2	139,6	mäßige	2
693,7	55,1	267,7	131,1	Linkshypertrophie	2

Die vorliegenden Herzgewichte stammen vom Pathologischen Institut der Universität Erlangen.

(Direktor: Prof. Dr. med. E. Müller)

III AORTENISTHMUSSTENOSE

Sieben von 28 Patienten mit einer Aortenisthmusstenose wiesen noch zusätzliche Fehlbildungen auf: drei einen Ductus Botalli, drei eine Aortenstenose und einer eine Aorteninsuffizienz.

Drei EKG bieten in Abl. 1 - 12 keinen pathologischen Befund, während das ND in einem Fall eine Rechtshypertrophie mit nachweisen kann.

Aufgrund der EKG-Veränderungen im ND lassen sich 24 EKG in 3 charakteristische Gruppen einteilen (Abb. 3).

In 39,3 % der Fälle können mit dem ND zusätzliche Rechtsherzbeteiligungen aufgezeigt werden, jedoch nicht in den gleichen Fällen wie mit den Abl. 1 - 12 (Tab. 4).

Mittelschwere bis deutliche Linkshypertrophien werden im ND zu 71,4 % bestätigt, in 28,6 % der Fälle zeigt sich noch eine Rechtsbelastung (Abb. 3, Tab. 4).

Leichte Linkshypertrophien bestätigen sich im ND mit dem Bild der Gruppe 1 in 50 % der Fälle; jeweils zu 25 % zeigt sich noch eine deutliche Rechtsbelastung, bzw. eine leichte Doppelhypertrophie.

Linkshypertrophien mit leichter Septumhypertrophie imponieren im ND zu 60 % nur mit einer Linkshypertrophie, zu 40 % mit einer leichten Doppelhypertrophie.

Doppelhypertrophien werden im ND zu 33,3 % erkannt, in 66,7 % tritt eine ausgeprägte Linkshypertrophie auf.

Von den drei noch mit einem Ductus Botalli versehenen Fällen kann das ND in einem Fall eine leichte Doppelhypertrophie mitanzeigen, während in den beiden anderen Fällen nur die Abl. 1 - 12 eine Doppelhypertrophie aufzeigen.

In den drei Fällen, die mit einer Aortenstenose kompliziert sind, gibt das ND eine ausgeprägte Linkshypertrophie an; die Abl. 1 - 12 können zweimal noch eine Septumhypertrophie nachweisen.

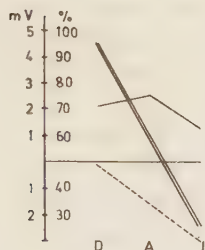
Im Fall der Aorteninsuffizienz als begleitende Mißbildung zeigt das ND eine ausgeprägte Linkshypertrophie, die Abl. 1 - 12 zeigen eine Linkshypertrophie mit Septumhypertrophie.

Tabelle 4:

Verteilung der Gruppen 1, 2 und 3 auf die EKG-Veränderungen, die sich aus Abl. 1 - 12 ergeben, in absoluten Zahlen und Prozentwerten bei 24 Aortenisthmusstenosen.

Diagnose aus Abl. 1 - 12	Fall- zahl	Gruppe des ND			
		1	2	3	
mittelschwere bis deutliche Links- hypertrophie	7	5 71,4	2 28,6		N %
leichte Links- hypertrophie	8	4 50,0	2 25,0	2 25,0	N %
Linkshypertrophie mit leichter Sep- tumhypertrophie	5	3 60,0		2 40,0	N %
Doppel- hypertrophie	3	2 66,7		1 33,3	N %
normaler Befund	1			1 20,0	N %

Gruppe 1: 14 Fälle = 58,4 %. Ausgeprägte Linkshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 2,15 \quad S_D = 0,1$$

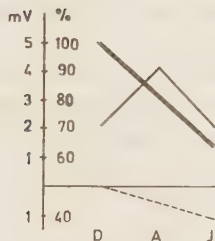
$$R_A = 2,56$$

$$R_J = 1,34 \quad S_J = 3,00$$

$$R/R+S \text{ in D} = 95,6 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 30,9 \%$$

Gruppe 2: 4 Fälle = 16,6 %. Vorwiegende Linkshypertrophie mit deutlicher Rechtsbelastung



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 2,20 \quad S_D = 0,00$$

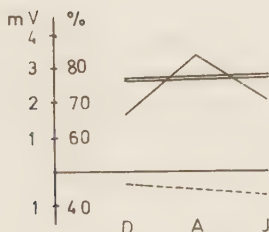
$$R_A = 4,12$$

$$R_J = 2,10 \quad S_J = 1,17$$

$$R/R+S \text{ in D} = 100 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 64,3 \%$$

Gruppe 3: 6 Fälle = 25 %. Leichte Doppelhypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 1,60 \quad S_D = 0,41$$

$$R_A = 3,34$$

$$R_J = 2,10 \quad S_J = 0,63$$

$$R/R+S \text{ in D} = 77,8 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 77,9 \%$$

Abb. 3:

Durchschnittliche Relationskurvenverläufe der Gruppen 1, 2 und 3 von 24 Aortenisthmusstenosen.

IV DUCTUS BOTALLI

Die EKG von 110 Patienten mit einem Ductus Botalli bieten in drei Fällen in Abl. 1 - 12 einen normalen Befund, während das ND jeweils die physiologische Linkshypertrophie betont.

Aufgrund der EKG-Veränderungen im ND lassen sich 107 EKG in 3 charakteristische Gruppen einteilen (Abb. 4).

In den Fällen der alleinigen Linkshypertrophie zeigt das ND zu 80,7 % noch eine zusätzliche Rechtsbelastung bzw. eine Doppelhypertrophie an (Tab. 5).

Linkshypertrophien mit Rechtsbelastung treten im ND in 30,4 % der Fälle nur als Linkshypertrophie in Erscheinung. In 16 Fällen (69,6 %) imponiert die Rechtsbelastung als Rechtshypertrophie.

Doppelhypertrophien zeigt das ND zu 62,5 % an; in 37,5 % der Fälle tritt nur eine ausgeprägte Linkshypertrophie auf.

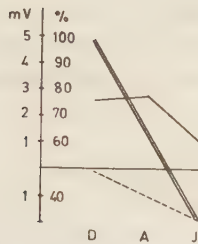
Doppelhypertrophien mit vorwiegender Linkshypertrophie zeichnet das ND in 60 % der Fälle genauso deutlich auf.

Tabelle 5:

Verteilung der Gruppen 1, 2 und 3 auf die EKG-Veränderungen, die sich aus Abl. 1 - 12 ergeben, in absoluten Zahlen und Prozentwerten.

Diagnose aus Abl. 1 - 12	Fall- zahl	Gruppe des ND			
		1	2	3	
deutliche Links- hypertrophie	36	7 19,40	2 5,60	27 75,0	N %
leichte Links- hypertrophie	16	3 18,7	1 6,25	12 75,05	N %
Linkshypertrophie mit Rechtsbelast.	23	7 30,4		16 69,6	N %
Rechts- hypertrophie	3		1 33,3	2 66,7	N %
Doppel- hypertrophie	24	9 37,5		15 62,5	N %
Doppelhypertr. mit vorwiegender Linkshypertrophie	5	1 20,0	1 20,0	3 60,0	N %

Gruppe 1: 27 Fälle = 25,22 %. Ausgeprägte Linkshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 2,56 \quad S_D = 0,03$$

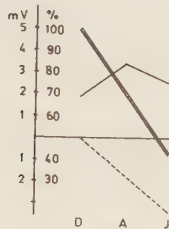
$$R_A = 2,74$$

$$R_J = 1,13 \quad S_J = 1,90$$

$$R/R+S \text{ in D} = 98,9 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 37,3 \%$$

Gruppe 2: 7 Fälle = 6,54 %. Linkshypertrophie mit Rechtsbelastung



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 1,87 \quad S_D = 0,00$$

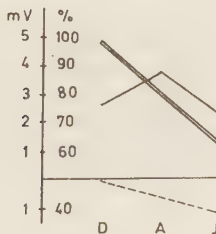
$$R_A = 3,43$$

$$R_J = 2,51 \quad S_J = 3,30$$

$$R/R+S \text{ in D} = 100 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 43,2 \%$$

Gruppe 3: 73 Fälle = 68,2 %. Doppelhypertrophie mit vorwiegender Linkshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 2,61 \quad S_D = 0,05$$

$$R_A = 3,76$$

$$R_J = 2,30 \quad S_J = 1,23$$

$$R/R+S \text{ in D} = 98,1 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 64,8 \%$$

Abb. 4:

Durchschnittliche Relationskurvenverläufe der Gruppen 1, 2 und 3 von 107 Ductus Botalli.

V PULMONALSTENOSE

In 23 Fällen sind die Pulmonalstenosen rein valvulären Charakters, in 3 Fällen findet sich eine infundibuläre und in weiteren 3 Fällen eine kombinierte Pulmonalstenose.

Ein EKG zeigt in V_1 und weiter rechtspräkordial eine angedeutete Rechtsverspätung, das ND ist hier unauffällig. Aufgrund der EKG-Veränderungen im ND können 28 EKG in 3 charakteristische Gruppen eingeteilt werden (Abb. 5).

Ausgeprägte Rechtshypertrophien werden mit dem ND in 93,4 % der Fälle genausogut wie mit den Abl. 1 - 12 diagnostiziert. Hierbei sind die R_J -Zacken besonders hoch, die R_D -Zacken besonders niedrig und die S_D -Zacken auffallend tief (Tab. 6, Abb. 5).

40 % der EKG, die eine mäßige bis mittelschwere Rechtshypertrophie aufzeichnen, erscheinen im ND als ausgeprägte Rechtshypertrophien.

Beide Fälle der Doppelhypertrophie beantwortet das ND mit dem Bild der Gruppe 2 als mittelschwere Rechtshypertrophie. Einmal sind die Abl. 1 - 12 unauffällig, während das ND Veränderungen im Sinne der Gruppe 2 zeigt.

Die Druckwerte im rechten Vorhof sind in allen drei Gruppen des ND erhöht; in der Gruppe 3 sind die diastolischen Druckwerte der a. pulmonalis erhöht. Die Druckwerte im rechten Ventrikel steigen im Mittel der Gruppe 1 bis 3 stetig an (Tab. 7).

Tabelle 6:

Verteilung der EKG-Veränderungen, die sich aus Abl. 1 - 12 ergeben, auf die Gruppen 1, 2 und 3 des ND, in absoluten Zahlen und Prozentwerten.

Diagnose aus Abl. 1 - 12	Fall- zahl	Gruppe des ND			
		1	2	3	
ausgeprägte Rechts- hypertrophie	15	1 6,6		14 93,4	N %
mäßige bis mittel- schwere Rechts- hypertrophie	10	3 30,0	3 30,0	4 40,0	N %
Doppel- hypertrophie	2		2 100,0		N %
unauffällig			1 100,0		N %

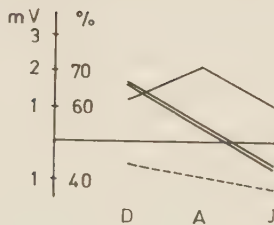
Tabelle 7:

Verteilung der Druckwerte im rechten Ventrikel, rechten Vorhof und in der a. pulmonalis auf die Gruppen 1, 2 und 3 des ND.

Gruppe des ND	Druckwerte in mm Hg		
	Vd	Ad	a. pulmo- nalis
1	110/0, 85/0, 51/4	7/2, 5/0, 8/3	
2	70/0, 110/0	5/2	
3	230/0, 130/0, 100/0, 110/0, 100/0, 100/0, 90/0, 90/0, 75/0	4/0, 7/2, 7/2 7/0	20/9, 25,10

Sämtliche Druckwerte stammen aus der Kinderklinik der Universität Erlangen von Herrn Priv. Doz. Dr. med. H. Gutheil

Gruppe 1: 4 Fälle = 14,3 %. Leichte Rechtsbelastung



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 1,27 \quad S_D = 0,65$$

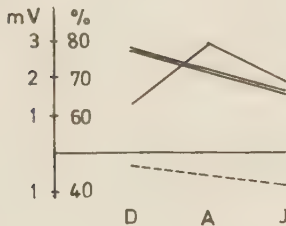
$$R_A = 2,16$$

$$R_J = 1,0 \quad S_J = 1,27$$

$$R/R+S \text{ in D} = 66,2 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 44,3 \%$$

Gruppe 2: 6 Fälle = 21,2 %. Mittelschwere Rechtshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 1,31 \quad S_D = 0,36$$

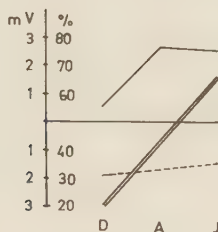
$$R_A = 2,95$$

$$R_J = 1,85 \quad S_J = 0,95$$

$$R/R+S \text{ in D} = 78,4 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 66,2 \%$$

Gruppe 3: 18 Fälle = 64,3 %. Ausgeprägte Rechtshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 0,53 \quad S_D = 1,94$$

$$R_A = 2,72$$

$$R_J = 2,67 \quad S_J = 1,45$$

$$R/R+S \text{ in D} = 21,9 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 66,5 \%$$

Abb. 5:

Durchschnittliche Relationskurvenverläufe der Gruppen 1, 2 und 3 bei 28 Pulmonalstenosen.

VI FALLOT-ANOMALIEN

Von 21 Patienten dieser Gruppe findet sich in 14 Fällen das Bild der klassischen Tetralogie, in 5 Fällen das Bild der Trilogie und in 4 Fällen das der Pentalogie. In einem Fall ist eine Fallot'sche Tetralogie mit einem Ductus Botalli vergesellschaftet, in einem Fall eine Trilogie mit einem Ductus Botalli.

Aufgrund der EKG-Veränderungen im ND können die 21 EKG in 3 charakteristische Gruppen eingeteilt werden (Abb. 6).

Ausgeprägte Rechtshypertrophien registriert das ND zu 70 % ebenso deutlich wie die Abl. 1 - 12 (Tab. 8). In diesen Fällen zeigt der Relationsquotient $R/R+S$ einen steilen Anstieg von Abl. D zu Abl. J; S_D ist sehr tief, R_J hoch und R_D sehr niedrig. In 20 % der Fälle kann das ND nur eine mittelschwere Rechtshypertrophie zeigen und in 10 % abweichend eine Linkshypertrophie.

Mittelschwere Rechtshypertrophien bestätigt das ND in 80 % der Fälle. In 20 % der Fälle ist das ND in der Lage ausgeprägte Rechtshypertrophien deutlich zu machen.

Rechtshypertrophien mit mäßiger Linkshypertrophie sind im ND zu gleichen Teilen als ausgeprägte Rechtshypertrophie und Linkshypertrophie zu erkennen.

Doppelhypertrophien können vom ND in keinem Fall erfaßt werden.

Ein EKG, das in Abl. 1 - 12 unauffällig erscheint, drückt sich im ND als Linkshypertrophie aus.

Beide EKG von Patienten mit Mißbildungen zeigen im ND eine

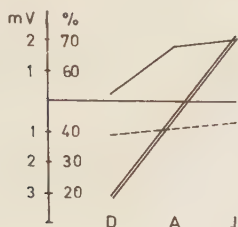
Linkshypertrophie. In den Abl. 1 - 12 weist die Tetralogie eine Rechtshypertrophie mit mäßiger Linkshypertrophie, die Trilogie eine ausgeprägte Rechtshypertrophie auf.

Tabelle 8:

Verteilung der Gruppen 1, 2 und 3 auf die EKG-Veränderungen, die sich aus Abl. 1 - 12 ergeben, in absoluten Zahlen und Prozentwerten.

Diagnose aus Abl. 1 - 12	Fall- zahl	Gruppe des ND			
		1	2	3	
ausgeprägte Rechtshypertrophie	10	7 70,0	2 20,0	1 10,0	N %
mittelschwere Rechtshypertrophie	5	1 20,0	4 80,0		N %
Rechtshypertrophie mit mäßiger Links- hypertrophie	2	1 50,0		1 50,0	N %
Doppel- hypertrophie	3		1 33,3	2 67,7	N %
unauffällig	1			1 100,0	N %

Gruppe 1: 9 Fälle = 42,8 %. Ausgeprägte Rechtshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 0,26 \quad S_D = 1,10$$

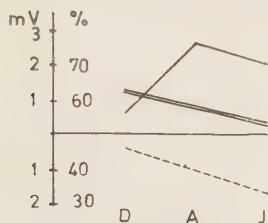
$$R_A = 1,78$$

$$R_J = 2,02 \quad S_J = 0,76$$

$$R/R+S \text{ in D} = 19,15 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 72,7 \%$$

Gruppe 2: 7 Fälle = 33,3 %. Mittelschwere Rechtshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 0,69 \quad S_D = 0,41$$

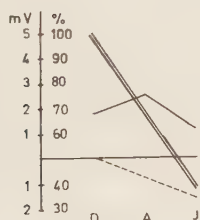
$$R_A = 2,61$$

$$R_J = 2,06 \quad S_J = 1,70$$

$$R/R+S \text{ in D} = 63,2 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 54,7 \%$$

Gruppe 3: 5 Fälle = 23,9 %. Linkshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 1,75 \quad S_D = 0,00$$

$$R_A = 2,56$$

$$R_J = 1,20 \quad S_J = 1,52$$

$$R/R+S \text{ in D} = 100 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 44,2 \%$$

Abb. 6:

Durchschnittliche Relationskurvenverläufe der Gruppen 1, 2 und 3 bei 21 Fallot-Anomalien.

VII VORHOFSEPTUMDEFEKT

Bei den 99 Patienten dieser Untersuchungsreihe besteht in 7 Fällen ein offenes Ostium primum; in 91 Fällen liegt ein offenes Ostium secundum vor, das in 78 Fällen in isolierter Form, in einem Fall mit persistierender v. cava sup. links und in 12 Fällen mit Lungenvenentransposition vorliegt. In einem Fall besteht ein kombinierter Primum- und Secundumdefekt.

Primumdefekt:

In allen 7 Fällen weisen die EKG der Abl. 1 - 12 eine Hypertrophie der rechten Kammer nach. Das ND zeigt in 6 Fällen ebenfalls die hypertrophe rechte Kammer an, in einem Fall einen normalen Befund.

Secundumdefekt:

In 12 Fällen (15,4 %) ist das ND nicht in der Lage einen pathologischen Befund aufzuzeigen, während die Abl. 1 - 12 hier eine mäßige Rechtsvolumenbelastung registrieren. Im EKG der Abl. 1 - 12 ist beim Secundumdefekt mit persistierender v. cava sup. eine mäßige Rechtshypertrophie sichtbar, das ND verhält sich normal.

In einem Fall kann das ND bei den Fällen des Secundumdefektes mit Pulmonalvenentransposition die jedesmal vorhandene Rechtshypertrophie nicht anzeigen und bleibt stumm.

Aufgrund der EKG-Veränderungen im ND können 66 Fälle des isolierten Secundumdefektes und 11 Fälle mit Lungenvenentransposition in 3 charakteristische Gruppen eingeteilt werden.

Ausgeprägte Rechtshypertrophien werden im ND in 63,2 % der Fälle als weniger schwer hypertrophiert erkannt, in 10,5 % der Fälle als deutliche Rechtsbelastung registriert. 26,3 % der Fälle zeigt das ND ebenfalls als ausgeprägte Rechtshypertrophie (Tab. 9).

Mittelschwere Rechtshypertrophien bestätigt das ND in einem höheren Prozentsatz (68,55 %). Als ausgeprägte Rechtshypertrophien erkennt das ND in dieser Gruppe noch 12,9 %. In 18,55 % der Fälle tritt eine mäßige und mittelschwere Rechtshypertrophie nicht so deutlich auf.

Die Rechts- und Linksverspätungs-, Linkshypertrophie- und Doppelhypertrophie-EKG werden im ND nicht erkannt; sie zeigen jedesmal eine mittelschwere Rechtshypertrophie an. Das EKG mit normalem Befund in Abl. 1 - 12 zeigt im ND eine mittelschwere Rechtshypertrophie.

Kombinierter Primum- und Secundumdefekt:

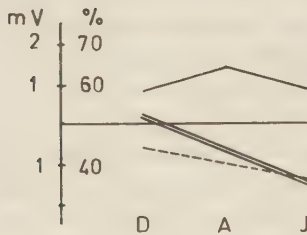
Die Abl. 1 - 12 zeigen eine leichte Rechtshypertrophie, die im ND als mittelschwere Rechtshypertrophie auftritt. Die Druckwerte im rechten Ventrikel ergeben keinerlei Korrelationen zu den Gruppen 1, 2 und 3 (Abb. 7).

Tabelle 9:

Verteilung der Gruppen 1, 2 und 3 auf die EKG-Veränderungen, die sich aus Abl. 1 - 12 ergeben, in absoluten Zahlen und Prozentwerten.

Diagnose aus Abl. 1 - 12	Fall- zahl	Gruppe des ND			
		1	2	3	
ausgeprägte Rechtshypertrophie	19	2 10,5	12 63,2	5 26,3	N %
mäßige und mittel- schwere Rechtshyp.	54	10 18,5	37 68,6	7 12,9	N %
Rechts- und Links- verspätung	1		1 100,0		N %
Links- hypertrophie	1		1 100,0		N %
Doppel- hypertrophie	1		1 100,0		N %
unauffällig	1		1 100,0		N %

Gruppe 1: 12 Fälle = 15,58 %. Deutliche Rechtsbelastung



Mittelwerte (in mV):

$R_D = 0,77$ $S_D = 0,72$

$R_A = 1,39$

$R_J = 0,86$ $S_J = 1,47$

$R/R+S$ in D = 51,6 %

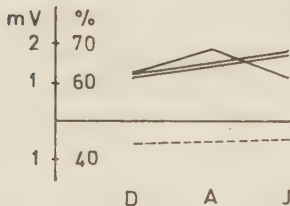
$R/R+S$ in J = 35,7 %

Druckwerte im rechten Ventrikel in mm Hg:

unter 30 einmal

30 - 50 zweimal

Gruppe 2: 53 Fälle = 68,8 %. Mittelschwere Rechtshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$R_D = 1,27$ $S_D = 0,63$

$R_A = 1,88$

$R_J = 1,19$ $S_J = 0,54$

$R/R+S$ in D = 66,6 %

$R/R+S$ in J = 68,9 %

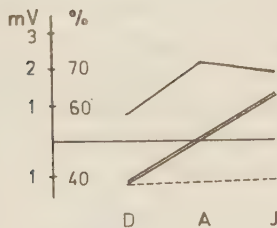
Druckwerte im rechten Ventrikel in mm Hg:

unter 30 dreimal

30 - 50 vierzehnmal

über 50 dreimal

Gruppe 3: 12 Fälle = 15,59 %. Ausgeprägte Rechtshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$R_D = 0,77$ $S_D = 1,16$

$R_A = 2,15$

$R_J = 1,93$ $S_J = 1,10$

$R/R+S$ in D = 39,6 %

$R/R+S$ in J = 63,7 %

Druckwerte im rechten Ventrikel in mm Hg:

unter 30 einmal

30 - 50 zweimal

über 50 einmal

Abb. 7:

Durchschnittliche Relationskurvenverläufe der Gruppen 1, 2 und 3 bei 77 Ostium secundum Defekten und die Druckwerte der rechten Kammer in den einzelnen Gruppen.

VIII VENTRIKELSEPTUMDEFEKT

Von 28 Kammerseptumdefekten liegen 25 in isolierter Form vor. Zusätzliche Fehlbildungen bestehen in einem Ductus-Botalli, einer persistierenden v. cava sup. links und einer Transposition der großen Gefäße.

Das ND weist in 2 Fällen (7,14 %) einen normalen Befund auf, in den Abl. 1 - 12 wird jedoch eine Doppelhypertrophie angezeigt.

Aufgrund der EKG-Veränderungen im ND können 26 EKG in 3 charakteristische Gruppen eingeteilt werden (Abb. 8).

Doppelhypertrophien erkennt das ND in 58,3 % der Fälle, wobei die Hypertrophie der rechten Kammer nicht so deutlich zu beurteilen ist wie in den Abl. 1 - 12. In 8,3 % der Fälle wird im ND nur die Linkshypertrophie, in 33,3 % nur eine mittelschwere Rechtshypertrophie sichtbar.

Die EKG der Doppelhypertrophien mit vorwiegender Linkshypertrophie werden in 60 % der Fälle bestätigt. In jeweils 20 % der Fälle tritt im ND nur die Linkshypertrophie oder nur die Rechtshypertrophie hervor (Tab. 10).

Das EKG der Doppelhypertrophie mit vorwiegender Rechtshypertrophie zeigt im ND nur die Rechtshypertrophie an. Linkshypertrophien sind zu 20 % im ND ebenso gut zu erkennen. Zu 80 % zeigt sich hier im ND eine Doppelhypertrophie.

Rechtshypertrophien beurteilt das ND in allen Fällen genauso deutlich.

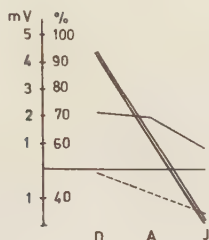
Zwischen den Druckwerten in der rechten Kammer und den einzelnen Gruppen des ND besteht kein Zusammenhang.

Tabelle 10:

Verteilung der Gruppen 1, 2 und 3 auf die EKG-Veränderungen, die sich aus den Abl. 1 - 12 ergeben, in absoluten Zahlen und Prozentwerten.

Diagnose aus Abl. 1 - 12	Fall- zahl	Gruppe des ND			
		1	2	3	
Doppelhypertrophie	12	1 8,3	7 58,7	4 33,3	N %
Doppelhypertrophie mit vorwiegender Linkshypertrophie	5	1 20,0	3 60,0	1 20,0	N %
Doppelhypertrophie mit vorwiegender Rechtshypertrophie	1			1 100,0	N %
Linkshypertrophie	5	1 20,0	4 80,0		N %
Rechtshypertrophie	3			3 100,0	N %

Gruppe 1: 3 Fälle = 11,5 %. Linkshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 2,05 \quad S_D = 0,16$$

$$R_A = 1,93$$

$$R_J = 0,78 \quad S_J = 1,61$$

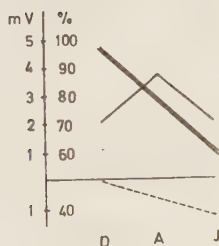
$$R/R+S \text{ in D} = 93 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 32,6 \%$$

Druckwerte im rechten
Ventrikel in mm Hg:

30 - 50 einmal

Gruppe 2: 14 Fälle = 53,8 %. Tendenz zur Doppelhypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 2,10 \quad S_D = 0,05$$

$$R_A = 3,71$$

$$R_J = 2,04 \quad S_J = 1,28$$

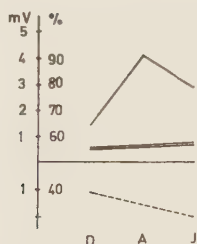
$$R/R+S \text{ in D} = 97,9 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 61,5 \%$$

Druckwerte im rechten
Ventrikel in mm Hg:

30 - 50 viermal
über 50 zweimal

Gruppe 3: 9 Fälle = 34,6 %. Mittelschwere Rechtshypertrophie



Mittelwerte (in mV):

$$R_D = 1,42 \quad S_D = 1,15$$

$$R_A = 4,06$$

$$R_J = 2,82 \quad S_J = 2,06$$

$$R/R+S \text{ in D} = 55,3 \%$$

$$R/R+S \text{ in J} = 57,8 \%$$

Druckwerte im rechten
Ventrikel in mm Hg:

30 - 50 einmal
über 50 zweimal

Abb. 8:

Durchschnittliche Relationskurvenverläufe der Gruppen 1, 2 und 3 bei 26 Ventrikelseptumdefekten und die Druckwerte der rechten Kammer in den einzelnen Gruppen.

IX BEISPIELE

Die folgenden Abbildungen zeigen die Aussagekraft des ND gegenüber den Abl. 1 - 12 bei einigen Herzfehlern.

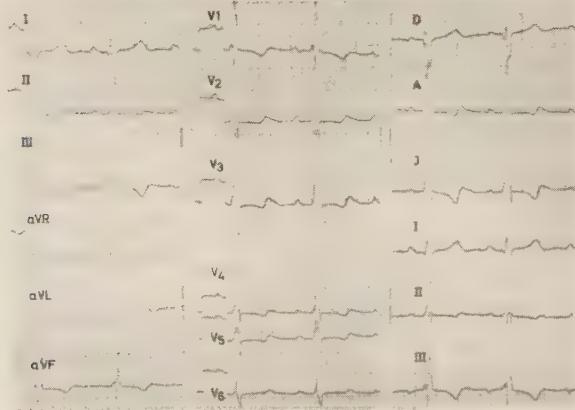


Abb. 10:

Rechtstypisches EKG mit typischer Rechtshypertrophie auch im ND.

F. H., Krb. Nr. 25 721. Diagnose: Fallot'sche Tetralogie

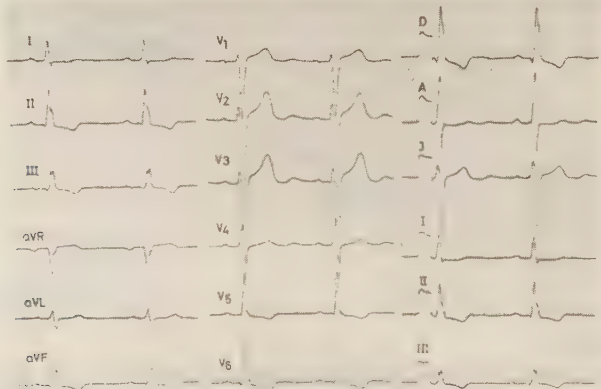


Abb. 11:

Normaltyp; Erregungsrückbildungsstörungen linkspräkordial. Deutliche Linkshypertrophie in V₁ - 6 und besonders typisch im ND.

M. A., Krb. Nr. 80 447. Diagnose: kombinierter Aortenfehler

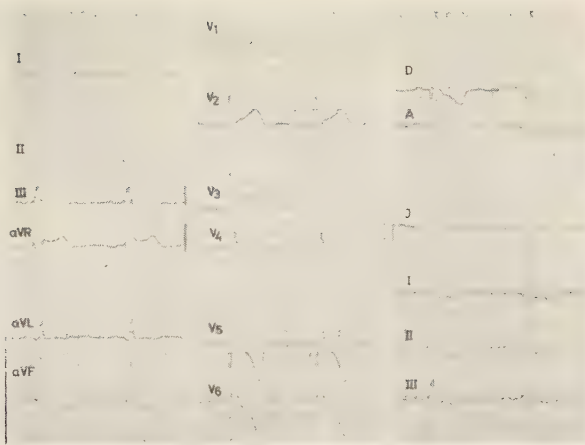


Abb. 12:

Noch Normaltyp; ausgeprägte Erregungsrückbildungsstörung linkspräkordial. Excessive Linkshypertrophie mit tiefer und breiter Q-Zacke in $V_4 - V_6$ bei Septumhypertrophie. Zusätzliche Rechtshypertrophie nur im ND erkennbar. K. W., Krb. Nr. 43 096. Diagnose: Aorteninsuffizienz

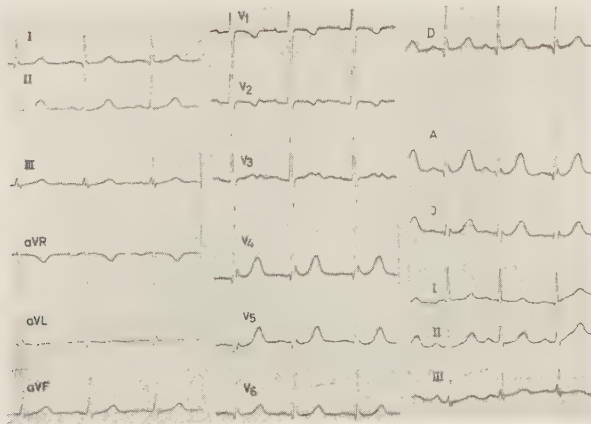


Abb. 13:

Normaltyp; typische Linkshypertrophie. Im ND jedoch zusätzliche Rechtshypertrophie (mit hohen R- und kleinen S-Zacken in A und J) zu erkennen. W. G., Krb. Nr. 78 815. Diagnose: Ductus Botalli

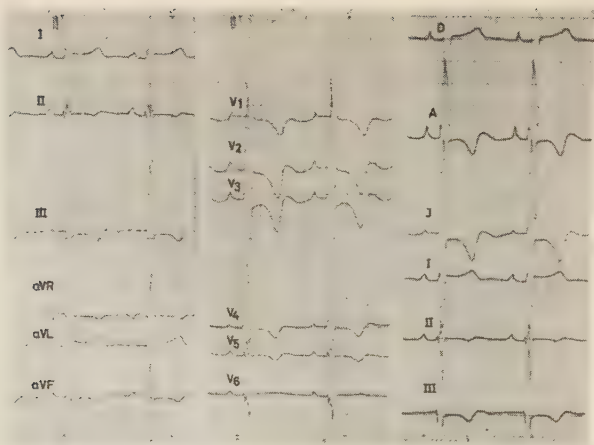


Abb. 14:

Rechtstyp: ausgeprägte Hypertrophie und Druckbelastung des rechten Ventrikels, besonders typisch im ND. Signifikantes P-dextrokardiale in Abl. A. K. Ch., Krb. Nr. 37 718. Diagnose: valvuläre Pulmonalstenose

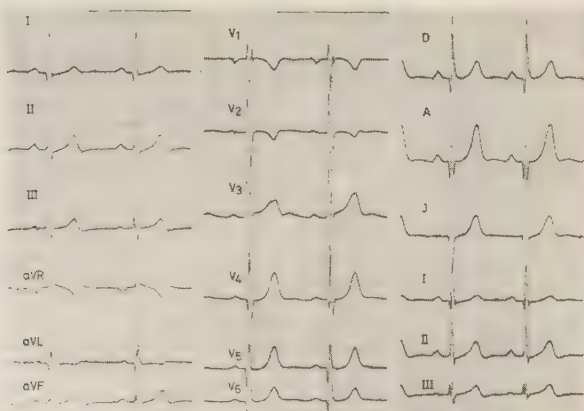


Abb. 15:

Normaltyp; Rechtsvolumenhypertrophie mit überwiegender Linkshypertrophie auch im ND. P-sinistrokardiale, besonders gut in D und A zu beurteilen. E. A., Krb. Nr. 70 237. Diagnose: Ventrikelseptumdefekt

D) BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Um über die Brauchbarkeit der Nehb'schen Ableitungen gegenüber den Einthoven-, Goldberger- und Wilson-Ableitungen bei Kammerhypertrophien der Herzfehler urteilen zu können, ist es vorteilhaft die Herzstromkurve der D-, A- und J-Ableitungen in für Hypertrophieformen charakteristische Gruppen einzuteilen. Entscheidend dabei ist der Relationsquotientenverlauf $R/R+S$ in Abl. D und J, der das Muskelmassenverhältnis der Herzkammern am besten zum Ausdruck bringt. Weiterhin muß die Relation der R- bzw. S-Zackenausschlagshöhe der Abl. D zur Abl. J berücksichtigt werden. Aus den einzelnen Gruppen kann dann darauf geschlossen werden, welcher Herzabschnitt betroffen und wie schwer er hypertrophiert ist.

Entgegen der Feststellung von JORDAN (5) bezüglich der Größenverhältnisse der R_D , R_A , R_J und S_J -Zacken bei Herzhypertrophien findet sich in einigen Punkten keine Übereinstimmung.

I VORHOFVERÄNDERUNGEN

Auf die gute Aussagekraft des kleinen Herzdreiecks, besonders der Ableitungen D und A, zur Diagnose pathologischer Vorhofzacken wiesen HEINECKER (3) und besonders LEUTSCHAFT und GEYER (8) hin. Das kann in dieser Untersuchungsreihe bestätigt werden, vor allem bei EKG, die mit einer Papiergeschwindigkeit von 100 mm/sec. geschrieben wurden.

So kommt ein P-sinistrokardiale zu 70 %, ein P-dextrokardiale zu 83 % und ein P-kardiale zu 93 % besser zur Darstellung. In 7,95 % der Fälle wird eine pathologische P-Zacke nur mit dem Nehb'schen Dreieck festgestellt.

Die deutliche Beurteilung von Vorhofveränderungen, aufgrund der plenothorakalen Brustwandableitungen, muß vor allem auf zwei Momente zurückgeführt werden:

- 1) Die mittlere Richtung der Vorhoferregung verläuft annähernd parallel zu den bipolaren Ableitungen D und A.
- 2) Die bipolaren Ableitungsrichtungen von D und A liegen topographisch in enger Beziehung zu den beiden Vorhöfen. Der bei Überlastung und/oder Hypertrophie eines oder beider Vorhöfe erhöhte elektrische Aktionsspannungswert kann deshalb genauer registriert werden.

II AORTENFEHLER

Linkshypertrophien werden nach JORDAN (4) am Tieferwerden der negativen S-Zacke der Ableitung J des kleinen Herzdreiecks in fast 100 % der Fälle erkannt. Darin wird mit dem Bild der Gruppe 1 Übereingestimmt.

In 40 % der Fälle treten aber im Nehb'schen Dreieck noch zusätzliche Rechtsherzbelastungen auf, was als Folge einer Septumhypertrophie angesehen werden muß und nicht auf einer pulmonalen Hypertonie basiert, da niemals bei den untersuchten Patienten dieser Gruppe ein P-kardiale auftrat. Die Septumhypertrophie, die funktionell viel eher mit einer Linkshypertrophie einhergeht als mit einer Rechtshypertrophie, wurde in 2 Fällen autoptisch bestätigt. Dabei boten sowohl die linken Kammern als auch das ganze Herz das höchste Gewicht. Warum die anderen autoptisch gesicherten Septumhypertrophien im Nehb'schen Dreieck stumm bleiben ist daraus zu erklären, daß die beiden am stärksten hypertrophen linken Kammern infolge einer Drehung um die Longitudinalachse entgegen dem Uhrzeigersinn mehr nach vorne kommen und so das Septum mehr in die Sagittalebene bringen. In dieser

Ebene erfaßt das Nehb'sche Dreieck sich darauf projizierende Schäden, die sonst nicht erkennbar sind (1). Ein hypertrophes Septum ist erst dann im Nehb'schen Dreieck besser zu erkennen, wenn der linke Ventrikel ein gewisses Muskelmassengewicht erreicht hat.

III AORTENISTHMUSSTENOSE

Mit rund 60 % kann, wie bei den Aortenfehlern, das Nehb'sche Dreieck die Diagnose einer Linkshypertrophie bekräftigen. Besonders hier gilt nach JORDAN (4) das Tieferwerden der S-Zacke in Ableitung J als Kriterium einer ausgeprägten Linkshypertrophie wie es die Gruppe 1 zeigt. Dabei können deutliche Linkshypertrophien öfters (71,4 %) bestätigt werden.

Die in dieser Gruppe mit dem kleinen Herzdreieck noch zusätzlich erfaßten Rechtsbelastungen und leichten Doppelhypertrophien müssen nach SCHMIDT (12) vor allem auf zwei Momente zurückgeführt werden: starker Kollateralkreislauf und pulmonale Hypertonie.

Septumhypertrophien werden bei diesen Herzfehlern nicht mit dem Nehb'schen Dreieck erfaßt. Der Grund ist darin zu suchen, daß die linken Kammern das Septum nicht genügend in die Sagittalebene brachten, um es mit der günstigen Ableitung J als hypertroph registrieren zu können.

Doppelhypertrophien sind im Nehb'schen Dreieck zu 66,7 % nicht zu erkennen. Eine Erklärung ist hierfür nicht zu finden.

IV DUCTUS BOTALLI

Im Untersuchungsgut findet sich nicht sehr oft der "angedeutete Linkstyp" (12), sondern am häufigsten der Steil- und Rechtstyp. Ein Hinweis darauf, daß das rechte Herz öfters mitbelastet ist als es sich normalerweise vermuten läßt.

Das Nehb'sche Dreieck zeigt in 80,7 % der alleinigen Linkshypertrophien in den Abl. 1 - 12 eine zusätzliche Rechtsbelastung bis Rechtshypertrophie an. Diese Entwicklung verläuft über einen in Ableitung J normalerweise vorkommenden rS-Typ, nach HEINECKER (3) ähnlich den parasternalen Wilson-Ableitungen, bis zu einem RS- und Rs-Typ. Dabei ist R_J im Gegensatz zu JORDAN (5) deutlich vergrößert.

Sehr hoch ist der Anteil der Gruppe 3 mit 75 %, der eine ausgeprägte Rechtshypertrophie besonders betont. Das Bild der Gruppen 2 und 3 des kleinen Herzdreieckes muß auf zwei Faktoren zurückgeführt werden: pulmonale Druckerhöhung (begleitende Mißbildung ist ausgeschlossen) und/oder Septumhypertrophie als Folge einer konzentrischen Volumenhypertrophie der linken Kammer.

Daß Linkshypertrophien mit Rechtsbelastung im Nehb'schen Dreieck zu 30,4 % nur als ausgeprägte Linkshypertrophien erscheinen, ist damit zu erklären, daß in diesen Fällen die Linkshypertrophie die Rechtsbelastung überdeckt. Doppelhypertrophien sind in 37,5 % der Fälle im Nehb'schen Dreieck nicht zu erkennen; eine Erklärung dafür kann nicht gefunden werden.

Auch kann nicht erklärt werden, warum im Nehb'schen Dreieck in den Fällen der Doppelhypertrophie mit vorwiegender Linkshypertrophie nur einmal die Linkshypertrophie zum Ausdruck kommt.

V PULMONALSTENOSE

Ausgeprägte rechtsventrikuläre Widerstandshypertrophien werden mit dem Nehb'schen Dreieck zu fast 100 % einwandfrei erfaßt (Tab. 6). Dabei sind nicht, wie JORDAN (5) feststellt, die R_D und R_A -Zacken besonders groß, sondern vor allem die R_D -Zacke verkleinert. Ebenso ist die R_J -Zacke nicht normal groß, sondern stark vergrößert. Die relativ tiefe S_J -Zacke darf mit einer Rotationsbewegung des Herzens um die transversale Achse mit der Herzspitze nach hinten erklärt werden.

Mäßige bis mittelschwere Rechtshypertrophien erscheinen im Nehb'schen Dreieck in 40 % der Fälle als ausgeprägte Rechtshypertrophie (Tab. 6). Da der Grad der Stenose direkt proportional dem Grad der Rechtshypertrophie im EKG ist, (12), können mit Hilfe des Nehb'schen Dreiecks in dieser Gruppe öfters hochgradige Stenosen erkannt werden.

Eine Widerstandshypertrophie des rechten Ventrikels kommt im kleinen Herzdreieck aus folgenden Gründen sehr gut zur Darstellung: durch die Zunahme des elektrischen Potentials der hypertrophierten rechten Kammer, der Lageänderung des Herzens und seiner Rotation um die Längsachse im Uhrzeigersinn kommt es zur deutlichen Rechtsabweichung der elektrischen Herzachse; die inferiore Ableitung erfaßt infolge ihrer günstigen Ableitungsrichtung den in dieser Richtung befindlichen Momentanvektor am deutlichsten.

Das Versagen des Nehb'schen Dreiecks in den beiden Fällen der Doppelhypertrophie kann nicht begründet werden.

Auch die Druckwerte, besonders die der Gruppe 3, unterstreichen die Aussagemöglichkeit des Nehb'schen Dreiecks bei ausgeprägteren Widerstandshypertrophien der rechten Kammer.

VI FALLOT-ANOMALIEN

Ausgeprägte Widerstandshypertrophien der rechten Kammer mit Entlastungsmöglichkeit können mit dem kleinen Herzdreieck nur noch zu 70 % erfaßt werden (Tab. 8). In 10 % der Fälle mit einer ausgeprägten Rechtshypertrophie versagt das Nehb'sche Dreieck hier völlig.

Mittelschwere Rechtshypertrophien kommen dagegen als wesentlich stärker hypertrophiert in 20 % der Fälle im Nehb'schen Dreieck zum Ausdruck. Das muß mit den bei der Pulmonalstenose genannten Gründen in Zusammenhang gebracht werden.

Sowohl eine Rechtshypertrophie mit mäßiger Linkshypertrophie, als auch eine Doppelhypertrophie sind mit dem Nehb'schen Dreieck in dieser Form nicht feststellbar. Auch dafür sind Gründe nicht erkennbar.

Es muß also festgehalten werden, daß das Nehb'sche Dreieck bei den Fallot-Anomalien in einem relativ hohen Prozentsatz (23,9 %) reine Linkshypertrophien zeigt, die in den übrigen Ableitungen niemals vorkommen und damit weniger Aussagefähigkeit besitzt als bei den Pulmonalstenosen.

VII VORHOFSEPTUMDEFEKT

Der tiefsitzende Primumdefekt zeigt in 7 Fällen eine hypertrophe rechte Kammer, die in 6 Fällen vom Nehb'schen Dreieck bestätigt werden kann.

Beim Secundumdefekt kann das kleine Herzdreieck in den Fällen einer mäßigen Rechtsvolumenbelastung keinen pathologischen Befund erheben. Die Ursache dürfte darin liegen, daß der muskelstärkere linke Ventrikel von der Ableitung D abgegriffen wird und die bei einer Volumenüberbelastung nur

mäßig dilatierte rechte Kammer gegen die "physiologische Linkshypertrophie" im Nehb'schen Dreieck nicht zum Ausdruck kommt. Das gleiche dürfte für die mit einer persistierenden v. cava sup. und Lungenvenentransposition komplizierten Fälle, bei denen das Nehb'sche Dreieck stumm bleibt, in Frage kommen.

In nur 26,3 % der Fälle einer ausgeprägten Rechtshypertrophie kann mit dem Nehb'schen Dreieck die gleiche Diagnose gestellt werden. Es muß angenommen werden, daß das um den Shunt vermehrte Blutvolumen des rechten Ventrikels auch zur Volumenbelastung der linken Kammer führt. Diese dilatiert und hypertrophiert, wenn auch nur mäßig, und ihr erhöhter Aktionsspannungswert wird von der D-Ableitung infolge ihrer günstigen Lage genau registriert. Demzufolge kommt es nicht zu einem hochgradigen elektrischen Überwiegen der hypertrophierten rechten Kammer gegenüber der linken Kammer: das kleine Herzdreieck registriert die Rechtshypertrophie als nicht so ausgeprägt.

Mittelschwere Rechtshypertrophien kann das Nehb'sche Dreieck in 12,9 % der Fälle noch deutlicher hypertrophiert zeigen. Das kann damit erklärt werden, daß es bei nicht so starker Volumenüberlastung des rechten Herzens zu keiner Linksbelastung gekommen ist und so die zum hypertrophierten rechten Ventrikel abgelenkte elektrische Herzachse im Nehb'schen Dreieck deutlicher zum Ausdruck kommt.

Warum die Rechts- und Linksverspätungs-, Linkshypertrophie- und Doppelhypertrophie-EKG nicht in ihrer Diagnose bestätigt werden, kann nicht erklärt werden.

Daß die EKG mit normalem Befund und mit kombiniertem Primum- und Secundumdefekt im Nehb'schen Dreieck besser zur Darstellung gelangen, ist mit den oben genannten Ursachen zu begründen.

VIII VENTRIKELSEPTUMDEFEKT

Doppelhypertrophien sind mit dem Nehb'schen Dreieck in 58,3 % der Fälle zu erkennen, wobei jedesmal die Linkshypertrophie überwiegt (Tab. 10). Die Linksvolumenbelastung zeichnet also das kleine Herzdreieck deutlicher auf. Die 33,3 % der Fälle, die im Nehb'schen Dreieck eine alleinige Rechtshypertrophie zeigen, müssen auf einen sehr hohen pulmonalen Gefäßwiderstand schließen lassen, der die Zeichen der Linksvolumenüberlastung in den D-, A- und J-Ableitungen verschwinden läßt. Es kann also eine Druckerhöhung im kleinen Kreislauf in den Nehb'schen Ableitungen sichtbar werden. Aus nicht erklärbaren Gründen zeigt das Nehb'sche Dreieck in dieser Gruppe nur eine Linkshypertrophie.

Auch bei den EKG einer Doppelhypertrophie mit vorwiegender Linkshypertrophie zeigt das Nehb'sche Dreieck in 20 % der Fälle pulmonale Hypertonien deutlicher mit dem Bild einer alleinigen Rechtshypertrophie an. Das läßt darauf schließen, daß der Pulmonalisdruk über 60 mm Hg liegt und deshalb die Zeichen der Volumenüberlastung des linken Ventrikels nicht mehr auftreten (12).

Die gleiche Ursache muß im Falle der Doppelhypertrophie mit vorwiegender Rechtshypertrophie angenommen werden.

In den Fällen der Linkshypertrophie wird im Nehb'schen Dreieck ebenfalls zusätzlich in 80 % der Fälle eine Erhöhung des pulmonalen Druckes mit dem EKG einer Doppelhypertrophie registriert, was durch zwei Druckwerte der rechten Kammer bekräftigt wird (beidemale 45/0 mm Hg).

Wenn zwischen den Druckwerten in der rechten Kammer und den einzelnen Gruppen des Nehb'schen Dreiecks kein Zusammenhang besteht, muß auch daran gedacht werden, daß die Druckwerte durch das Shuntvolumen beeinflusst werden können.

E) ZUSAMMENFASSUNG

Das kleine Herzdreieck nach Nehb wurde anhand von 335 praeoperativen Elektrokardiogrammen von Patienten mit Herzfehlern mit den Einthoven-, Goldberger- und Wilson-Ableitungen verglichen. Dabei wurde hauptsächlich Augenmerk auf die einzelnen Hypertrophieformen gelegt.

Aus den Ergebnissen kann folgendes festgehalten werden:

- 1) Das Nehb'sche Dreieck sollte nur in Verbindung mit den Einthoven-, Goldberger- und Wilson-Ableitungen vergleichend Anwendung finden.
- 2) Linkshypertrophien werden an der zunehmend negativen S_J -Zacke und dem steilen Abfall des Relationsquotienten $R/R+S$ von Ableitung D zu Ableitung J gut erkannt. Dabei sind Septumhypertrophien und/oder pulmonale Hypertonien häufiger zu erkennen.
- 3) Reine Widerstandshypertrophien der rechten Kammer werden an der hohen R_J -Zacke, der relativ niedrigen R_D -Zacke und dem steilen Anstieg des Relationsquotienten $R/R+S$ von Ableitung D zu Ableitung J besonders deutlich.
- 4) Rechtshypertrophien, die durch eine erhöhte Druckarbeit und/oder eine Shuntvolumenüberlastung hervorgerufen werden, sind in ihrer ausgeprägten Form weniger deutlich zu beurteilen! Leichte Rechtshypertrophien zeigt das Nehb'sche Dreieck hier öfters als schwerer hypertrophiert an.
- 5) Bei Doppelhypertrophien erscheint das Nehb'sche Dreieck nicht brauchbar. Lediglich beim Ventrikelseptumdefekt kann es diagnostisch begrenzt verwendet werden.
- 6) Zur Beurteilung von Vorhofveränderungen ist das Nehb'sche Dreieck wegen seiner Dreieckslage besonders wertvoll.

F) SCHRIFTTUM

- 1) W. Hahn, E. Zeh,
Z. Kreislaufforschg. 38 (1949), 14
- 2) W. Hahn,
Dtsch. med. Wschr. (1949), 534
- 3) R. Heinecker,
EKG-Fibel, Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1965)
- 4) H. Jordan,
Z. Kreislaufforschung 39 (1950), 545
- 5) H. Jordan,
Z. Kreislaufforschg. 40 (1951), 484
- 6) H. Kinkel, K. Spang, A. Welsch,
Z. Kreislaufforschg. 37 (1948), 522
- 7) P. Laurentius, G. Schulz v. Bülow,
Klin. Wschr. 31 (1953), 612
- 8) R. Leutschaff, E. Geyer,
Arch. Kreislaufforschg. 57 (1968), 257
- 9) W. Nehb,
Klin. Wschr. 51 (1938), 1807
- 10) W. Nehb,
Verhand. dtsch. Ges. Kreislaufforschg. 12 (Dresden 1939), 177
- 11) E. Nietmann,
Cardiologia 38 (1961), 363
- 12) J. Schmidt,
Hämodynamik und Elektrokardiogramm. München-Berlin 1961
- 13) K. Spang,
Z. Kreislaufforschg. 38 (1949), 408
- 14) W. Tischendorf, F. Schülein,
Z. Kreislaufforschg. 34 (1942) 497

L e b e n s l a u f

Am 8. Dezember 1943 wurde ich als Sohn des prakt. Arztes Dr. med. Rolf Filler und dessen Ehefrau Dorothea in Würzburg geboren.

Nach 4-jährigem Besuch der Volksschule in Forth trat ich im Herbst 1954 in das Melanchthon-Gymnasium Nürnberg ein.

Dort legte ich am 17. Juli 1963 die Reifeprüfung ab.

Im Herbst des gleichen Jahres erfolgte die Immatrikulation an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen - Nürnberg.

Die ärztliche Vorprüfung wurde im Mai 1966 in Erlangen bestanden.

Am 29. Juli 1969 bestand ich in Erlangen die ärztliche Prüfung.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
